

### AS MOLÉCULAS

Professoras das disciplinas de Química, Biologia e Psicologia discutem e apresentam uma proposta de atividade interdisciplinar a partir dos episódios 1, 2 e 3 da série *Moléculas*. Os programas mostram de maneira divertida que a Química está relacionada com as ações e sensações do corpo humano, como o paladar, olfato e muito mais.

#### CONSULTORES

*Professora Marília Alves Facco - Psicologia*  
*Professora Luciana Zaterka - Química*  
*Professora Maria Elice Brzezinski Prestes - Biologia*

#### TÍTULO DO PROJETO

Sala de experiências: senso-percepção.

### ❖ MATERIAL NECESSÁRIO PARA REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE:

- Substâncias: folhas, sementes ou cascas de variadas espécies de plantas (ex. hortelã, canela, eucalipto, kiwi (opcional), laranja, açúcar, pó de café).
- Pequenas vasilhas para armazenar cada substância.
- Venda para os olhos.
- Lápis.
- Caneta.
- Folha de papel.
- Bolinhas de isopor.
- Palitos de dentes.
- Tinta.
- Software "ArgusLab" (freeware)

### ❖ PRINCIPAIS CONCEITOS QUE SERÃO TRABALHADOS EM CADA DISCIPLINA

#### ➔ QUÍMICA

- ✓ Nomenclatura de compostos orgânicos
- ✓ Grupos funcionais
- ✓ Propriedades e reatividade de compostos orgânicos
- ✓ Modelos atômicos
- ✓ Ligações de hidrogênio
- ✓ Pigmentos

#### ➔ BIOLOGIA

- ✓ Transmissão do impulso nervoso
- ✓ Sistema nervoso
- ✓ Simetria radial e bilateral
- ✓ Evolução do sistema nervoso nos filos animais

#### ➔ PSICOLOGIA

- ✓ Olfato
- ✓ Sensação
- ✓ Percepção
- ✓ Vida afetiva

## ❖ DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

*Principais etapas e estratégias para trabalho interdisciplinar sugerido*

### Psicologia

Para dar início ao trabalho o professor de psicologia pode lançar mão de algumas substâncias sugeridas nas listas de materiais. O intuito dessa atividade é fazer o aquecimento e despertar o interesse dos alunos em desenvolver o trabalho interdisciplinar e também conhecer os processos da senso-percepção.

O professor tapa os olhos dos alunos com a venda e pede para que eles adivinhem o nome da substância que está dentro da vasilha. Eles podem tentar por três vezes, caso não acertem, a última alternativa é fazê-los provar as substâncias.

Esse aquecimento inicial promove a discussão das sensações despertadas e de como perceberam o cheiro das substâncias. O mais interessante dessa atividade é o espaço para a troca de experiências acerca de um mesmo cheiro ou sabor.

Com essa discussão o professor encontra espaço para discutir os processos da senso-percepção.

Todas as informações do ambiente, necessárias à sobrevivência dos seres humanos, chegam até o organismo por meio das sensações. Os diferentes estímulos físicos (luz, som, calor, pressão, entre outros) ou químicos (substâncias com sabor, odor, estímulos sobre as mucosas, pele, etc.) agem sobre os órgãos dos sentidos, estimulando os diversos receptores e, assim, produzindo as sensações. O ambiente fornece constantemente informações sensoriais ao organismo, que, por intermédio delas, se auto-regula e organiza suas ações voltadas à sobrevivência ou à intenção social.

Para tanto, a sensação é definida como o fenômeno gerado por estímulos físicos, químicos ou biológicos variados, originados fora ou dentro do organismo, que produzem alterações nos órgãos receptores, estimulando-os. As diferentes formas de sensação são geradas por estímulos sensoriais específicos, como os visuais, táteis, auditivos, olfativos e gustativos.

Por meio da percepção é que tomamos consciência do estímulo sensorial, ou seja, a percepção é a transformação de estímulos puramente sensoriais em fenômenos perceptivos conscientes.

Outro questionamento, como estratégia didática: “Como percebemos o mundo em que vivemos?” “Como é o nosso contato com o mundo e com a realidade?” Esse contato começa sempre pela senso-percepção, pelos nossos cinco sentidos. Eles nos aproximam ou afastam das outras pessoas, nos dão prazer, desprazer ou indiferença. O sentimento da *empatia* proporciona prazer no contato inter-pessoal, nos aproxima do outro e nos traz sensação de bem estar; o sentimento da *apatia* proporciona indiferença, um “olá, como vai?” formal, frio e distante; finalmente, a *antipatia* produz o desprazer, o afastamento e a evitação do objeto antipático. Com isso, todos os sentimentos que experimentamos no contato com a realidade, seja a realidade dos fatos, dos objetos ou das pessoas, são conseqüências diretas dos valores que atribuímos a essa realidade. Da mesma forma, todos os diferentes valores que as diferentes pessoas atribuem a uma mesma realidade objetiva são os responsáveis pela construção das realidades pessoais de cada um, e cada um viverá particularmente sua própria realidade.

A percepção é considerada como a base da cognição e é verídica e pessoal. Ela é um dos requisitos elementares para percebermos o mundo e conseguirmos um ajustamento realista a ele. Este ajustamento realista exige mais do que o reflexo fisiológico de nossos equipamentos sensoriais. Exige satisfazer nossas necessidades, encontrar alguma segurança, explorar as

oportunidades para o crescimento e, conseqüentemente, encontrar um sentido satisfatório para a nossa existência. Saber por que algumas pessoas se desesperam, se angustiam ou até se suicidam, diante de fatos ou vivências que outras pessoas suportariam de forma diferente, diz respeito, em parte, às diferenças entre como as coisas são de fato e o que elas representam para cada um de nós. Portanto, saber um pouco sobre as diferenças entre a realidade externa a nós e a representação interna dessa mesma realidade poderá facilitar a compreensão das diferenças entre o mundo objetivo e o mundo subjetivo.

Portanto, já que a concepção da realidade é baseada na experiência subjetiva e, sendo esta capaz de conferir uma natureza altamente pessoal à percepção do mundo e aos pensamentos, então a realidade percebida decorrerá sempre do estado subjetivo do indivíduo. Cada consciência, em particular, integra e totaliza de maneira muito peculiar o seu relacionamento com o mundo. Desta forma, os fatos oferecidos pelo mundo à nossa volta resultarão numa representação única e individual para cada um de nós, e será esta representação que constituirá a realidade particular de cada indivíduo.

Para tanto, sentir um cheiro específico pode ser uma boa experiência para mim, mas para o outro não, pois somos diferentes e únicos e, nesse caso, o processo de percepção também é diferenciado. Portanto, ao sentirmos certos cheiros como nos sentimos? De que forma o olfato pode nos remeter a diversas experiências vividas anteriormente?

E a atração homem e mulher? Fazem parte da senso-percepção? Esse é outro questionamento que o professor de Psicologia pode introduzir no intuito de trabalhar a questão dos afetos aliada aos processos da sensação e percepção.

A vida afetiva faz parte da nossa vida psíquica. Nossas expressões não podem ser compreendidas, se não considerarmos os afetos que as acompanham.

Quando entramos em contato com o meio físico e social, recebemos estímulos através dos nossos órgãos dos sentidos. Esses estímulos chegam ao nosso mundo interno e lá recebem significações. Sentimos algo em relação a eles. Por exemplo, gostamos ou não gostamos nos é prazeroso ou não. Esse tipo de reação psíquica exprime um estado afetivo, penoso ou agradável, vago ou cheio de emoções. Essas tonalidades afetivas que as coisas ganham em nosso mundo interno caracterizam os afetos. O afeto é utilizado para se fazer referência a vida afetiva em geral.

As emoções são expressões afetivas acompanhadas de reações intensas e breves do organismo, em resposta a um acontecimento inesperado. A emoção é uma experiência interna – algo sentido. Essa experiência inclui a percepção de modificações que ocorrem no organismo, como batimento cardíaco acelerado. Outras reações orgânicas acompanham as emoções e tornam-se indícios de vivências ou estados emocionais do indivíduo: tremor, choro, lágrimas, expressões faciais, etc. As reações orgânicas fogem ao nosso completo controle. Podemos segurar o choro, mas não conseguimos deixar de “chorar por dentro”, sentimos aquele nó na garganta e, às vezes, não podemos segurar duas ou três lágrimas que escorrem, traindo-nos, demonstrando a nossa emoção. As emoções ajudam-nos assim a avaliar as situações, servem de critério de valoração positiva ou negativa para as situações de nossa vida. Elas preparam nossas ações, ou seja, as emoções participam ativamente da percepção que temos das situações vividas e do planejamento racional de nossas reações ao meio.

Os sentimentos diferem das emoções por serem mais duradouros, menos explosivos e não serem acompanhados de reações orgânicas. Assim, a paixão é uma emoção, e o enamoramento, a ternura, a amizade, sentimentos, isto é, manifestações do mesmo afeto básico – o amor.

O importante é compreender que a vida afetiva – emoções e sentimentos – compõe o homem e é um aspecto de fundamental importância na vida psíquica. As emoções e os

sentimentos são como alimentos de nosso psiquismo e estão presentes em todas as manifestações de nossa vida. A apreensão do real é feita de modo sensível e reflexivo e, portanto, é feita pelo pensar sentir, sonhar, imaginar...

O mais interessante nessa atividade é a possibilidade dos alunos perceberem que ao mesmo tempo em que somos únicos e diferentes uns dos outros, podemos ser semelhantes nos gostos e escolhas. A atividade de psicologia se finda quando os alunos percebem que podemos ter a mesma escolha pelos cheiros (agradáveis e desagradáveis), mas o que nos diferencia é como percebemos e damos valorização a tais aromas, reforçando então, a questão das experiências individuais.

### Química

O vídeo apresenta de maneira muito instigante aspectos centrais da ciência química de uma maneira peculiar, ou seja, não apresentando somente o lado negativo da química, freqüentemente abordada como ciência do artificial, que propicia doenças e malefícios à vida humana – “tudo que tem química faz mal a saúde” –, mas, pelo contrário, mostrando que todos os processos naturais do nosso organismo são, no limite, produto de reações químicas. Assim, a química também compreende as substâncias “naturais” que encontramos na natureza, portanto sem a interferência da vida humana. Neste sentido, o documentário discute inúmeras substâncias químicas que são as “causadoras” de odores, cores e sensações que nós percebemos cotidianamente. Inclusive substâncias poderosas como os *feromônios*, isto é, substâncias que funcionam como mensageiros entre seres da mesma espécie, desencadeando respostas fisiológicas e comportamentais previsíveis. Eles foram originariamente descritos em insetos, nos quais apresentam importância fundamental para a preservação da espécie. Recentemente, cientistas descobriram que os humanos também são influenciados de forma similar na presença de feromônios.

A parte da química que estuda tais substâncias é conhecida como “química orgânica”, ou química da vida, pois é o átomo de carbono ligado a átomos como o hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, que formam os ‘alicerces’ da vida e, portanto, de seus respectivos processos vitais. A pergunta então que poderíamos formular é: por que o carbono é tão apropriado aos processos vitais? E talvez a resposta esteja na sua estrutura atômica, pois é exatamente esta estrutura que lhe permite a formação de uma variedade de compostos muito maior do que os demais elementos. O carbono tem quatro elétrons na última camada. Cada um desses elétrons pode ser compartilhado com outros elementos que sejam capazes de completar suas camadas eletrônicas por partilha de elétrons, formando as ligações covalentes. Nitrogênio, hidrogênio e oxigênio estão entre os elementos que podem se ligar desta maneira. A característica mais importante do átomo de carbono, que o distingue de todos os demais elementos (exceto o silício)<sup>1</sup> e que explica seu papel fundamental na origem e evolução da vida, é sua capacidade de partilhar elétrons com outros átomos de carbono para formar ligações carbono-carbono. Este fenômeno simples, *grosso modo*, é a base da química orgânica. Uma característica importante que diferencia os compostos orgânicos dos inorgânicos é o fato de todos eles possuírem carbono e hidrogênio. Além desses, como já mencionamos, são comuns o oxigênio, o nitrogênio e os halogênios. Para compreendermos algumas das propriedades dos compostos orgânicos, os químicos os separam em funções químicas, ou seja, em um conjunto de

<sup>1</sup> De fato, compostos contendo ligações silício-silício não resistem à atmosfera oxigenada da Terra, oxidando-se para formar sílica (SiO<sub>2</sub>), o constituinte principal da areia e do quartzo, materiais incapazes de sustentar a vida. Assim, pelo menos na Terra, apenas o carbono é capaz de fornecer a espinha dorsal dos componentes moleculares dos seres vivos.

Sala de

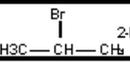
Professor

SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR

substâncias que possuem propriedades semelhantes. A semelhança de propriedades químicas entre as substâncias pertencentes a uma função orgânica é consequência de características estruturais comuns, mais especificamente dos chamados grupamentos funcionais, que são agrupamentos de átomos que aparecem com a mesma estrutura em todas as substâncias de uma dada função. A seguir, fornecemos alguns exemplos.



FIGURA 1. Funções orgânicas e grupos funcionais.

Função	Grupo Funcional	Exemplos
Hidrocarboneto	C,H	CH <sub>4</sub> metano HC≡CH etino
Álcool	$\begin{array}{c}   \\ -C-OH \\   \end{array}$ C saturado	H <sub>3</sub> C-OH metanol H <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> -OH etanol
Fenol	-OH C aromatizado	 Hidróxi-benzeno (fenol comum)  1-hidróxi-naftaleno
Aldeído	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ H \end{array}$ C primário	$\begin{array}{c} O \\    \\ H-C \\   \\ H \end{array}$ metanol $\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C-C \\   \\ OH \end{array}$ etanal
Cetona	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C- \\   \end{array}$ C secundário	$\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C-C-CH_3 \end{array}$ propanoína $\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C-C-CH_2-CH_3 \end{array}$ butanoína
Ácido carboxílico	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ OH \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ H-C \\   \\ OH \end{array}$ ácido metanóico $\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C-C \\   \\ OH \end{array}$ ácido etanóico
Éster	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ O- \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ H-C \\   \\ O-O-CH_2-CH_3 \end{array}$ metanoato de etila $\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C-C \\   \\ O-CH_3 \end{array}$ etanoato de metila
Éter	-O-	H <sub>3</sub> C-O-CH <sub>3</sub> metóxi-metano H <sub>3</sub> C-O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> metóxi-etano
Haleto orgânico	-X (F, Cl, Br, I)	H <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> -Cl cloroetano  2-bromopropano
Haleto de ácido	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ X \end{array}$ (F, Cl, Br, I)	$\begin{array}{c} O \\    \\ H-C \\   \\ Cl \end{array}$ clorato de metanoila $\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C-C \\   \\ Br \end{array}$ bromato de etanoila
Amina	-NH <sub>2</sub> primária	H <sub>3</sub> C-NH <sub>2</sub> metilamina  Fenilamina
	-NH- secundária	$\begin{array}{c} H_3C-NH \\   \\ CH_3 \end{array}$ di metilamina H <sub>3</sub> C-NH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> metiletilamina
	-N- terciária	$\begin{array}{c} H_3C-N-CH_3 \\   \\ CH_3 \end{array}$ trimetilamina H <sub>3</sub> C-NH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> dimetilamina
Amida	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ NH_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C-C \\   \\ NH_2 \end{array}$ etanoamida $\begin{array}{c} O \\    \\ H_3C-CH_2-CH_2-C \\   \\ NH_2 \end{array}$ butanoamida
Nitrocomposto	-NO <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} NO_2 \\   \\ H_3C-CH_2 \end{array}$ nitroetano $\begin{array}{c} NO_2 \\   \\ H_3C-CH-CH_3 \end{array}$ 2-nitropropano
Nitrila	-CN	H <sub>3</sub> C-CN etanonitrila H <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> -CN propanonitrila
Ácido sulfônico	-SO <sub>3</sub> H	H <sub>3</sub> C-SO <sub>3</sub> H ácido metano sulfônico  ácido benzeno sulfônico
Composto de Grignard	-MgX (F, Cl, Br, I)	H <sub>3</sub> C-Mg-Cl clorato de metil magnésio H <sub>3</sub> C-CH <sub>2</sub> -Mg-Br bromato de etil de magnésio

Algumas substâncias orgânicas, com suas respectivas funções orgânicas, podem ser ilustradas por meio de “modelos” atômicos. Podem ser usados aqueles modelos prontos, à venda nas lojas especializadas, ou mesmo construir modelos junto com os alunos, por exemplo, com bolinhas de isopor e palitos de dente, ou ainda trabalhar com modelos disponíveis em *softwares* gratuitos encontrados facilmente na rede como o ArgusLab (<http://www.arguslab.com/arguslab40.htm>).

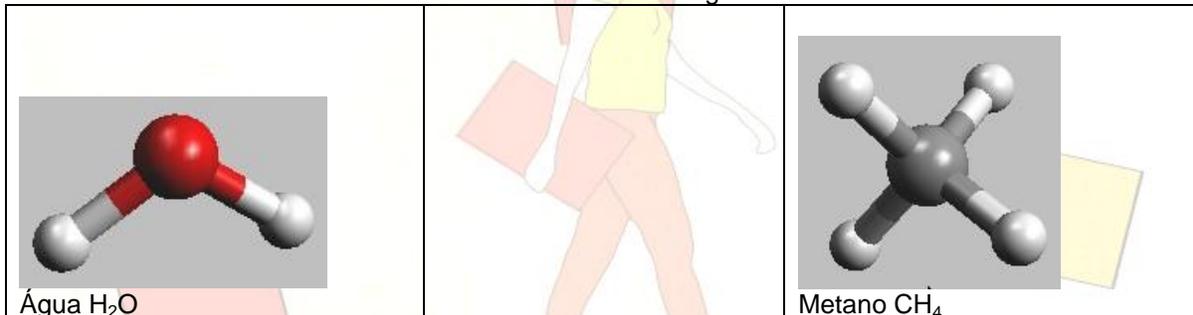
Por meio dos modelos podemos nos aprofundar no universo das percepções humanas conhecendo várias substâncias químicas e suas propriedades.

Obs. Como sugestão propomos que o professor de química faça uma rápida apresentação do programa ArgusLab para os alunos, preferencialmente com a ajuda do professor de inglês por se tratar de um programa apenas disponível na língua inglesa. É importante mostrar aos alunos as ferramentas básicas do programa, como as que estão listadas abaixo:

- Como abrir um novo arquivo: *File / New*.
- Como iniciar a construção de uma molécula; selecionar átomos: *Builder Tool*.
- Como abrir a tabela periódica: *Periodic Table*, abaixo dos átomos.
- Como adicionar hidrogênios à molécula: *Edit / Add Hydrogens*.
- Como habilitar e desabilitar a ferramenta de mostrar ligações entre os átomos: *Edit / Auto Bonds are On* ou *Auto Bonds are Off*.
- Como “limpar” a geometria da molécula: *Edit / Clean Geometry*.

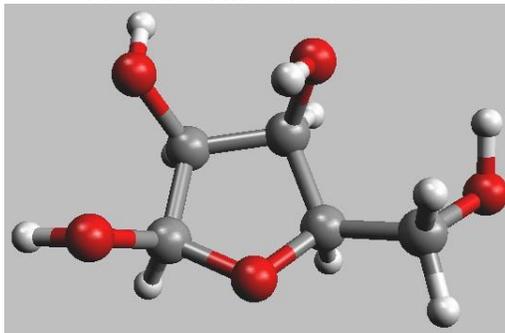
Propor, então, a construção de modelos de moléculas simples como as mostradas abaixo:

FIGURA 2. Modelo molecular da água e do metano.



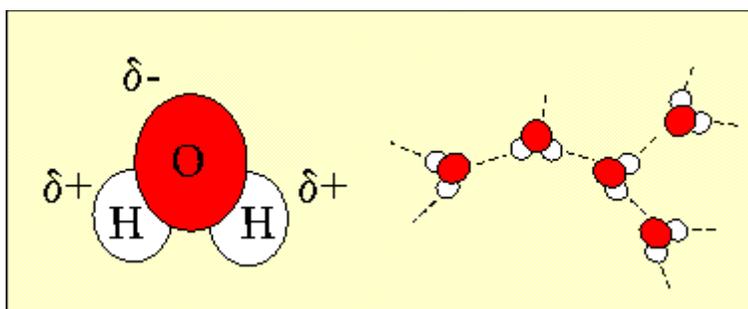
Em seguida o professor poderá escolher “estruturas mais complexas” e então propor a sua construção. Assim, por exemplo, a construção de monossacarídeos como a glicose – C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>

FIGURA 3. Modelo molecular



Com relação à molécula de água ilustrada na FIGURA 2, o que podemos aprender por meio de sua estrutura? Aparentemente, trata-se de uma “molécula simples”, formada com um átomo de oxigênio e 2 átomos de hidrogênio. É a molécula mais essencial para a vida. Por causa de sua estrutura eletrônica (seis elétrons na última camada), o oxigênio da água apresenta-se com uma pequena carga negativa, enquanto o átomo de hidrogênio apresenta-se com uma carga ligeiramente positiva. Quando as moléculas de água são muito próximas, estas regiões moleculares, positiva e negativa, atraem-se. Essas forças atrativas são conhecidas por “ligações de hidrogênio” e representam a razão principal pela qual a água apresenta propriedades muito particulares que tornam possível a vida na Terra.

FIGURA 4. Cargas elétricas da molécula de água



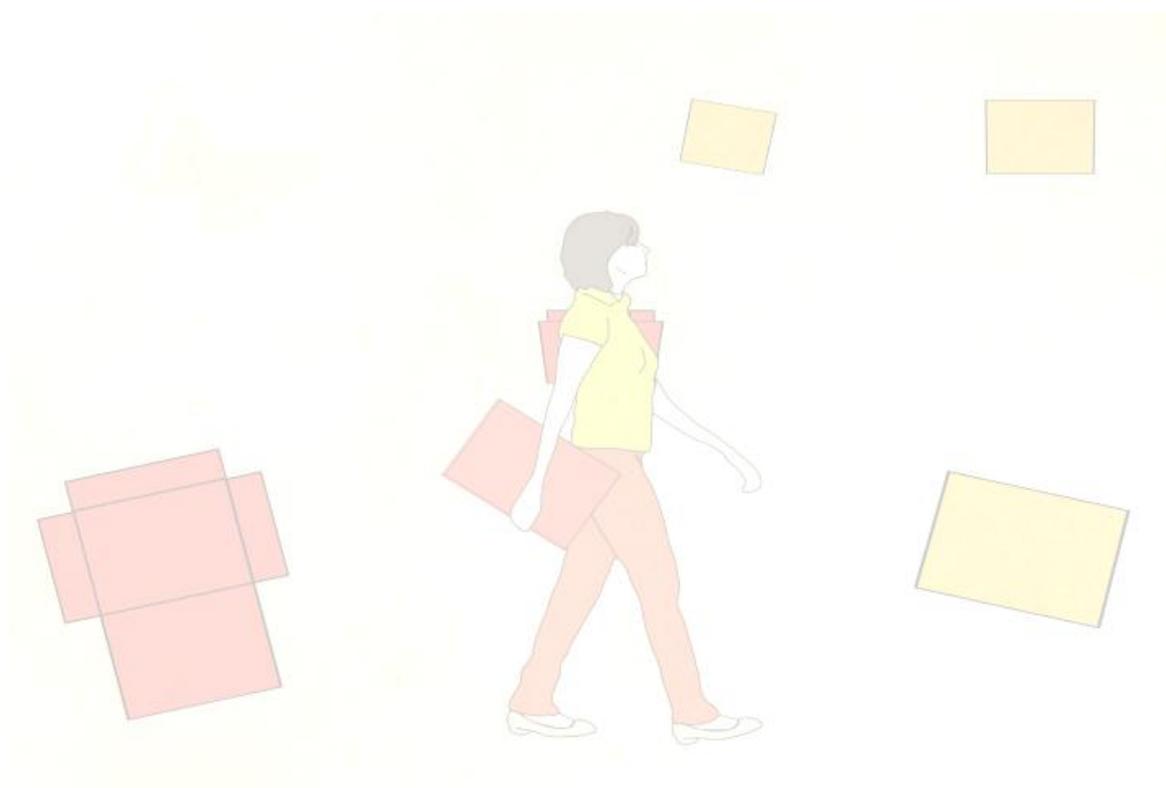
A estrutura da água apresentando a pequena carga negativa do átomo de oxigênio e a pequena carga positiva dos átomos de hidrogênio. Estas pequenas cargas da molécula de água possibilitam, através das ligações de hidrogênio, associar-se a outras moléculas de água.

Fonte: [http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1\\_Oceanos\\_e\\_clima/\\_Propriedades\\_da\\_gua\\_2oa.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Oceanos_e_clima/_Propriedades_da_gua_2oa.html)

Sala de

Professor

SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR



Lembremos ainda que a água é a única substância natural que pode ser encontrada, na Terra, na sua forma gasosa (vapor de água), líquida e sólida (gelo).

Em seguida, o professor poderá discutir outras propriedades da água, como ponto de fusão, ponto de ebulição, etc. e propor um trabalho sobre sua importância para a vida na Terra, para o corpo humano, e sobre a questão que inquieta os humanos nos dias atuais: sua escassez.

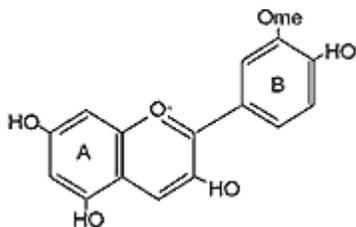
Depois de discutir sobre as diversas propriedades da água, o professor poderá escolher outras substâncias; substâncias com diferentes texturas, cores fortes e/ou cheiros característicos, mostrando para os alunos a relação dessas propriedades com suas respectivas funções químicas e, portanto, com suas respectivas propriedades. Forneceremos abaixo alguns exemplos.

As cores que observamos na natureza são determinadas por substâncias conhecidas como "pigmentos", presentes em sua composição bioquímica, que absorvem determinadas faixas da luz visível e refletem o restante. Assim, o colorido que vemos é a luz refletida, que apresenta uma coloração complementar à absorvida pelo objeto. Muitas das cores que observamos na nossa vida dependem exatamente da presença dos pigmentos.

Quase todos os tipos de células, como as da pele, olhos, cabelo, etc. contêm pigmentos. Seres com deficiência de pigmentação são chamados albinos. Na coloração de pinturas, tintas, plásticos, tecidos e outros materiais, um pigmento é um corante seco, geralmente um pó insolúvel. Existem pigmentos naturais (orgânicos e inorgânicos) e sintéticos. Os pigmentos agem absorvendo seletivamente partes do espectro e refletindo as outras. *Grosso modo*, encontramos três classes de substâncias químicas associadas às cores das flores: os flavonóides, os carotenóides e as clorofilas.

Flavonóide: por exemplo, peonidina: flavonóide responsável pela pigmentação rosada da peônia e da rosa rugosa.

FIGURA 5. Estrutura química de um flavonóide



Os *flavonóides* são estruturas polifenólicas de baixo peso molecular encontradas naturalmente nas plantas. Esses "metabólitos secundários"<sup>2</sup> são de grande importância na manutenção da saúde de muitos animais herbívoros, incluindo o homem.

<sup>2</sup> São substâncias que geralmente não estão envolvidas em funções vitais das plantas, geralmente não fazem parte do metabolismo básico e possuem características químicas muito variadas e às vezes bem complexa. Ao contrário das substâncias do metabolismo primário, que fazem parte da atividade celular de praticamente todos os seres vivos, desde os organismos unicelulares até o homem, as

Os *carotenóides* são os responsáveis pela cor dos alimentos que são amarelos, alaranjados, vermelhos e verdes. Os carotenóides, além de serem importantes para a nutrição, são fundamentais para a prevenção de doenças degenerativas, como doença arterial coronariana, câncer e outras doenças, estimulam o sistema imunológico e agem como antioxidante. Cerca de 600 carotenóides já foram isolados e caracterizados. Os carotenóides mais comuns são o betacaroteno, o licopeno, a luteína e a zeaxantina.

O betacaroteno é um carotenóide conhecido como “pró-vitamina A”. Ele é um importante antioxidante e estimula o sistema imunológico. Sabe-se hoje que a deficiência de vitamina A está entre as deficiências mais freqüentes no mundo.

A vitamina A desempenha importante papel na manutenção de uma boa visão, participando da púrpura visual, que tem por função a visão na luz fraca. Além disso, participa da proteção da pele e de mucosas, atua ainda no metabolismo das gorduras.

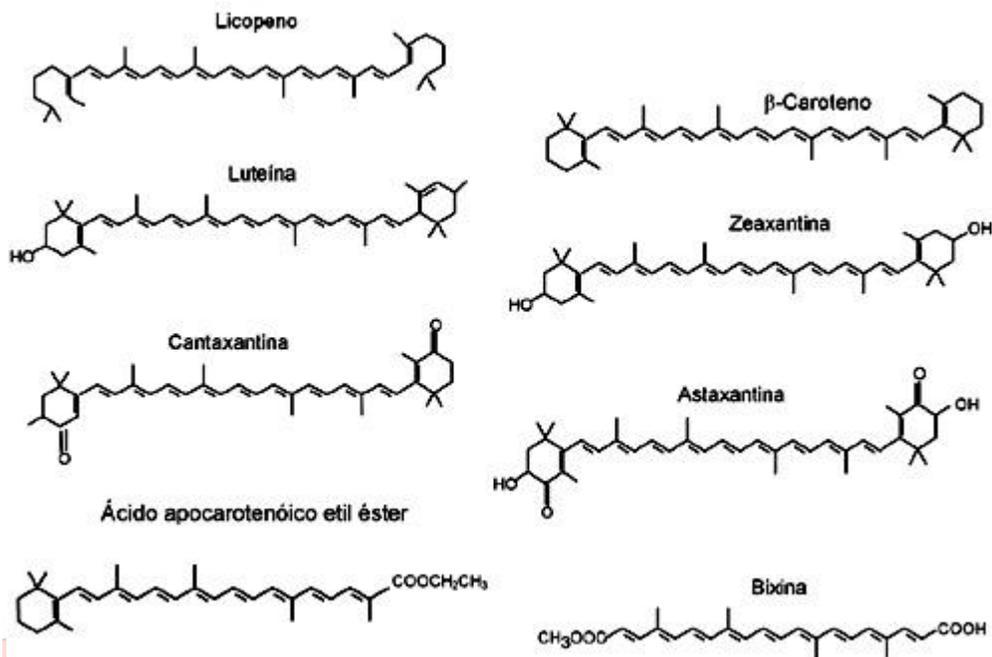
O licopeno, por sua vez, tem papel significativo na redução do risco de desenvolvimento de câncer, principalmente o câncer de próstata. Muitos estudos já provaram essa evidência. Além disso, contribuem diminuindo o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e de catarata. O licopeno também possui a vantagem de ser o maior antioxidante de todos os carotenóides, combatendo o acúmulo de radicais livres.

A luteína e a zeaxantina estão presentes em alguns alimentos de cor verde escura, como alguns vegetais. São dois carotenóides presentes no organismo, principalmente, na parte da visão. Eles estão em evidência no momento por estarem correlacionados com diminuição do risco de degeneração macular (cegueira de idosos).

---

substâncias do metabolismo secundário são encontradas apenas em grupos restritos - famílias ou gêneros – de plantas. Existem alguns metabólitos secundários que são encontrados apenas em uma única espécie de planta. Os produtos do metabolismo secundário constituem o que os químicos chamam de “produtos naturais”. Podem ser produzidos por plantas, microrganismos, insetos e outros animais e muitos deles são extraídos e usados como remédios, corantes, perfumes, inseticidas... Ou constituem um modelo que o homem utiliza para sintetizar em laboratório substâncias com as mais diversas propriedades. Durante muito tempo, acreditou-se que os metabólitos secundários fossem produzidos sem uma função específica, simplesmente como produtos finais das reações. Chegaram a ser considerados até como anomalias. Essa visão mudou radicalmente e a cada dia descobre-se um pouco mais sobre a importante função dessas substâncias, sua utilidade para o desenvolvimento fisiológico das plantas e seu papel como mediadores das interações entre as plantas e outros organismos.

FIGURA 6. Estrutura química de alguns carotenóides.



Fonte: <http://www.herbario.com.br/dataherb06/1112carotenoid.htm>

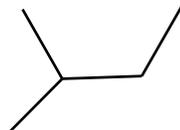
Por fim, as clorofilas - designação de um grupo de pigmentos fotossintéticos presente nos cloroplastos das plantas - possuem uma intensa cor verde e tal coloração se deve a suas fortes absorções das regiões azuis e vermelhas do espectro eletromagnético e, por causa destas absorções, a luz que ela reflete e transmite parece verde. Ela é capaz de canalizar a energia da luz solar em energia química através do processo de fotossíntese.

Já os aromas ou 'perfumes' que sentimos no nosso dia a dia são soluções que contêm substâncias aromáticas com cheiros normalmente agradáveis e penetrantes. O principal constituinte do aroma (ou perfume) de uma planta é o seu óleo essencial ou sua essência. Os óleos essenciais voláteis ou etéreos são insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos, sendo extraídos por técnicas simples como arraste de vapor. Embora sejam insolúveis em água, conseguem conferir odor à mesma, constituindo os hidrolatos e tornando-se uma fonte importante de aromatizantes em perfumaria e especiarias. Assim, por exemplo, se fizermos uma extração a quente com água e folhas do eucalipto ou da hortelã notaremos claramente um forte cheiro característico.

Podemos afirmar que os óleos essenciais são misturas complexas e variáveis de constituintes que pertencem, de modo quase exclusivo, a dois grupos de metabólitos originados de rotas biogênicas distintas: o grupo dos terpenóides e o grupo de

compostos aromáticos derivados dos fenil-propanóides. Os terpenóides constituem uma grande variedade de substâncias vegetais, sendo que esse termo é empregado para designar todas as substâncias cuja origem biossintética deriva de unidades de isopreno (Figura 7).

FIGURA 7. Estrutura do isopreno.



Em outras palavras, um grande número de óleos essenciais tem, na sua constituição, unidades de isopreno<sup>3</sup>. Alguns exemplos de óleos essenciais são fornecidos na Figura 8.

FIGURA 8. Óleos essenciais constituintes de alguns aromas florais

Nome	Natureza Química	Origem
limoneno	monoterpeno	principal constituinte do aroma de flores de cítricos
geraniol	monoterpeno	gerânio e rosa
β-ionona	sesquiterpeno	violeta
vanilina	aldeído aromático	encontrado em flores de orquídeas e também em baunilha
pentadecano	hidrocarboneto	flores de magnólias

<sup>3</sup> Componentes de alguns óleos essenciais: Pineno (*Rosmarinus officinalis*) alecrim, Mirceno (*Pinus spp*) pinus, Mentol (*Mentha spp*) hortelã, Geraniol (*Rosa spp*) rosa, Eucaliptol (*Eucalyptus spp*) eucalipto, Funchol (*Foeniculum vulgare*) funcho, Carquejol (*Baccharis trimera*) carqueja, Terpeneol (*Origanum majorana*) manjerona, Citral (*Cymbopogon citratus*) capim-limão, Citronelal (*Melissa officinalis*) erva-cidreira, Cânfora (*Cinnamomum camphora* e canforeira *Artemisia camphorata*) cânfora-de-jardim, Borneol (*Salvia officinalis*) sálvia, Timol (*Thymus vulgaris*) tomilho, Linalol (*Ocimum basilicum*) alfavaca, Eugenol (*Syzygium aromaticum*) cravo-da-índia, Safrol (*Ocotea odorata*) canela-sassafrás, Camazuleno (*Achillea millefolium* e pronto-alívio, *Matricaria chamomilla*) camomila, Barbatol (*Coleus barbatus*) boldo-do-reino.

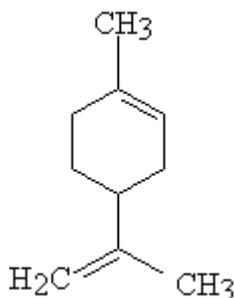
1-octanol

álcool alifático

um dos constituintes do aroma exalado pelo gênero *Ophrys*

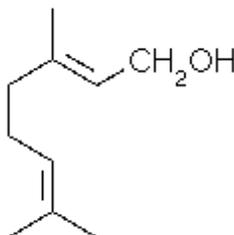
O limoneno – óleo de limão -, por exemplo, é encontrado na casca da laranja e apresenta a estrutura representada na Figura 9.

FIGURA 9. Estrutura do limoneno.



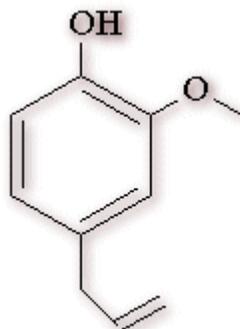
Já o geraniol, encontrado na rosa, apresenta a estrutura ilustrada na Figura 10.

FIGURA 10. Estrutura do geraniol.



O eugenol, representado na Figura 11, é um composto aromático que está presente nos cravos, e na canela; possui um forte efeito anestésico, sendo usado no tratamento de dores de dente. É também empregado na indústria de cosméticos.

FIGURA 11. Estrutura do



eugenol.

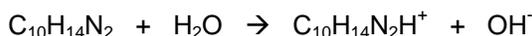
O documentário ainda discute algumas drogas que têm efeitos bioquímicos importantes no nosso organismo, como o álcool e o cigarro. Estes, aliás, como sabemos, são substâncias que podem levar à dependência. De acordo com pesquisas realizadas por diversas instituições brasileiras, a droga mais consumida no Brasil é o *álcool*. Embora seja uma droga, freqüentemente, o álcool não é considerado como tal, principalmente pela sua grande aceitação social e mesmo religiosa. O álcool contido nas bebidas é cientificamente conhecido como *etanol* ( $C_2H_6O$ ), e é produzido através de fermentação ou destilação de vegetais como a cana-de-açúcar, frutas e grãos. O etanol é um líquido incolor. As cores das bebidas alcoólicas são obtidas de outros componentes, como o malte, ou através da adição de diluentes, corantes e outros produtos. No Brasil, há uma grande diversidade de bebidas alcoólicas, cada tipo com quantidade diferente de álcool em sua composição, como ilustra a Figura 12.

FIGURA 12. Porcentagem média de álcool em algumas bebidas.

Bebida	Porcentagem de Álcool
Cerveja	5%
Cerveja "light"	3,5%
Vinho	12%
Vinhos fortificados	20%
Uísque, Vodka, Pinga	40%

O cigarro, outra droga bastante consumida no Brasil, contém como principal substância a nicotina, que é um alcalóide de fórmula molecular  $C_{10}H_{14}N_2$ . Lembremos que um alcalóide (de *álcali*, "básico", com o sufixo *-oide*, "semelhante a") é uma substância de

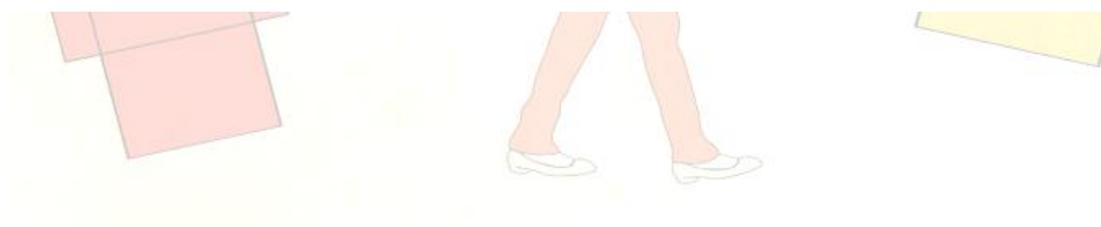
caráter básico derivada de plantas que contêm, em sua fórmula, principalmente nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e carbono. Seus nomes comuns, e a que estamos mais habituados, geralmente terminam com o sufixo *ina*: cafeína (do café), cocaína (da coca), pilocarpina (do jaborandi), papaverina/morfina/heroína/codeína (da papoula), bromelina (do abacaxi), papaína (do mamão) etc. A nicotina é totalmente solúvel tanto na água como em solventes apolares, como se espera da fórmula. Cada nitrogênio tem um par de elétrons livres o que confere à molécula um caráter básico, como vemos em sua solução aquosa:  $K_{b1} = 5,4 \cdot 10^{-7}$  à 37°C.

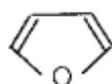


A nicotina é rapidamente absorvida através da membrana adiposa da célula que reveste os pulmões e é transportada para o cérebro em 7 segundos.

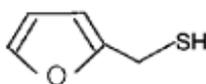
As substâncias presentes no café também poderiam suscitar o interesse dos estudantes. Uma característica interessante da bebida do café é o fato de não possuir valor nutricional relevante, sendo consumida basicamente devido aos efeitos fisiológicos e psicológicos relacionados à presença da cafeína e, principalmente, pelo prazer e satisfação que seu aroma e sabor são capazes de proporcionar. Dos dois atributos sensoriais mencionados acima o aroma é, sem dúvida, o mais complexo. O aroma do café é formado, *grosso modo*, por uma mistura extremamente complexa de inúmeros compostos voláteis que apresentam qualidades de aroma, intensidades e concentrações diferentes. Dessa maneira, a contribuição de cada um desses compostos voláteis para o aroma final é bem variada, podendo ainda ocorrer interações entre esses compostos. Dentre os compostos voláteis que são importantes para o aroma final do café é o grupo dos heterocíclicos (compostos que possuem no anel um elemento diferente do carbono, ou seja, um oxigênio, um enxofre ou um nitrogênio).

FIGURA 13. Estrutura de alguns compostos heterocíclicos encontrados no café.

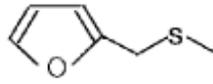




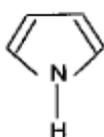
Furano



2-tio-hidroximetil-furano



2-furil-sulfeto de metila



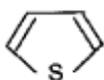
Pirrol



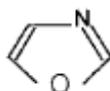
Piridina



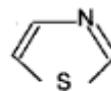
Pirazina



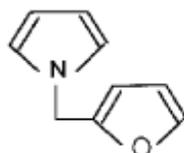
Tiofeno



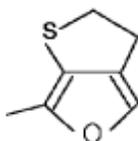
Oxazol



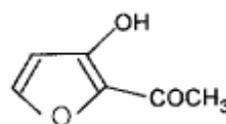
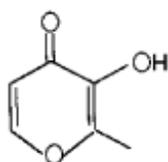
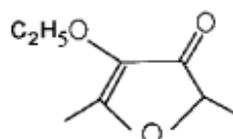
Tiazol



N-furil-2-metil-pirrol

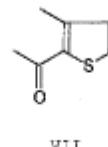
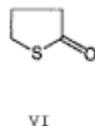
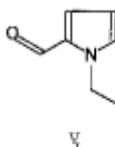
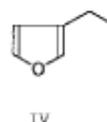
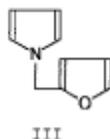
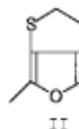
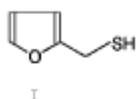


Caveofurano

2-acetil-3-hidrôxi-furano  
(isomaltol)3-hidrôxi-2-  
metil-4-pirona  
(maltol)4-etôxi-2,5-dimetil-  
2H-furan-3-ona  
(etilfuraneol)

Fonte: *Química Nova* v. 22 n. 2, 1999.

FIGURA 14. Estrutura de compostos heterocíclicos considerados de impacto para o aroma do café torrado.



I = 2-tio-hidroximetil-furano  
 II = caveofurano  
 III = N-furil-2-metil-pirrol  
 IV = 2-etil-furano

V = N-etil-2-formil-pirrol  
 VI = tiobutirrolactona  
 VII = 2-acetil-3-metil-tiofeno

Fonte: *Química Nova* v. 22 n. 2, 1999.

Percebemos, por meio destes poucos exemplos, que o universo da química pretende explicar inúmeros “fenômenos” do mundo natural: a razão da água ser o solvente universal, a razão do etanol ser uma bebida tão poderosa, as inúmeras cores da nossa fauna e flora, os odores agradáveis (ou não) que possuem as substâncias voláteis, os perigosos alcalóides e até a presença dos ferômonios.... Mas para nós ainda resta uma questão: será que tudo, absolutamente tudo, pode mesmo ser explicado e, portanto, reduzido ao universo da química?

### **Biologia**

Na biologia, sugerimos um trabalho com o tema da evolução do sistema nervoso ao longo dos filos animais, conteúdo curricular da fisiologia que acaba muitas vezes pouco trabalhado no Ensino Médio. É importante aguçar nos jovens o interesse pela fisiologia comparada, pois ela abre as portas para entender a diversidade dos mecanismos básicos de todas as formas de vida. Além disso, a fisiologia comparada fornece evidências importantes acerca da evolução dos seres vivos.

A sobrevivência dos seres vivos, especialmente dos animais, implica em captar informações sobre aspectos cruciais do ambiente. Assim, ao longo da evolução, desenvolveram-se estratégias e órgãos especiais sensíveis aos *estímulos ambientais* (luz, som, temperatura, cheiros etc.), bem como aos *estímulos internos* do próprio organismo.

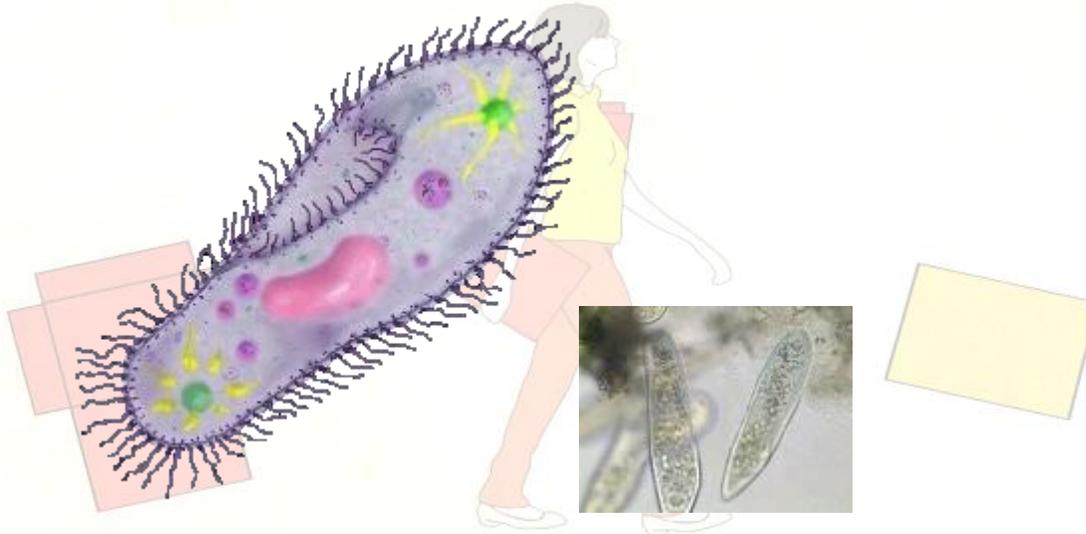
A captação desses estímulos é feita através de estruturas denominadas *receptores*. A ação desses receptores traduz-se em uma alteração que desencadeia impulsos nervosos (potenciais de ação) em *neurônios sensitivos* que se dirigem ao *sistema nervoso central* (SNC), formado pelo cérebro e pela medula espinhal. Do SNC partem então as “ordens” que seguem pelos *neurônios motores* até a parte do corpo que deve executar as ações determinadas (produzir um movimento, alterar o ritmo cardíaco e respiratório, alterar a pressão sanguínea, etc.).

### Evolução

Embora os neurônios apresentem uma relativa uniformidade funcional nos diferentes filos animais, a organização do sistema nervoso varia bastante. O primeiro fator que determina essa variação é a simetria que o animal apresenta.

A maioria dos protozoários não apresenta estruturas para a coordenação de funções, porém, muitos ciliados, como o *Paramecium* (Figura 15), têm um sistema de fibrilas que é considerado coordenador dos movimentos dos cílios responsáveis pela locomoção do organismo.

FIGURA 15. Protozoário ciliado: *Paramecium*.



Fonte: [www.microscopy-uk.org.uk](http://www.microscopy-uk.org.uk) e [www.balashon.com](http://www.balashon.com)

Nas esponjas, as células em torno das aberturas (ósculos) do corpo contraem-se lentamente quando tocadas, indicando resposta a estímulo externo, sem contudo transmitir impulsos para células próximas (Figura 16).

FIGURA 16. Espongiários



Fonte: [www.adrenaline.com.br](http://www.adrenaline.com.br)



Fonte: [www.clubedobiologo.com.br](http://www.clubedobiologo.com.br)



Fonte: [centros3.pntic.mec.es](http://centros3.pntic.mec.es)

O sistema nervoso mais simples aparece na escala evolutiva apenas entre os cnidários. Organismos como a hidra, anêmonas ou medusas (Figura 17), que apresentam simetria radiada, possuem uma rede nervosa difusa sem um controle central definido, isto é, sem uma estrutura (gânglio) nervosa central. A rede nervosa difunde-se no epitélio ou sob ele, emitindo potenciais de ação em qualquer direção. As células nervosas dos cnidários são chamadas *protoneurônios* por se ligarem umas às outras por meio de processos citoplasmáticos. Essas células conectam-se a epitélios-musculares causando a contração que modifica a forma do corpo característica nesses animais.

Há duas formas básicas entre os cnidários: “pólipo” e “medusa” (Figura 18).

FIGURA 17. Cnidários: hidras,

Sala de

Professor

SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR



Fonte: [www.colegiosaofrancisco.com.br](http://www.colegiosaofrancisco.com.br)



Sala de

Professor

SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR



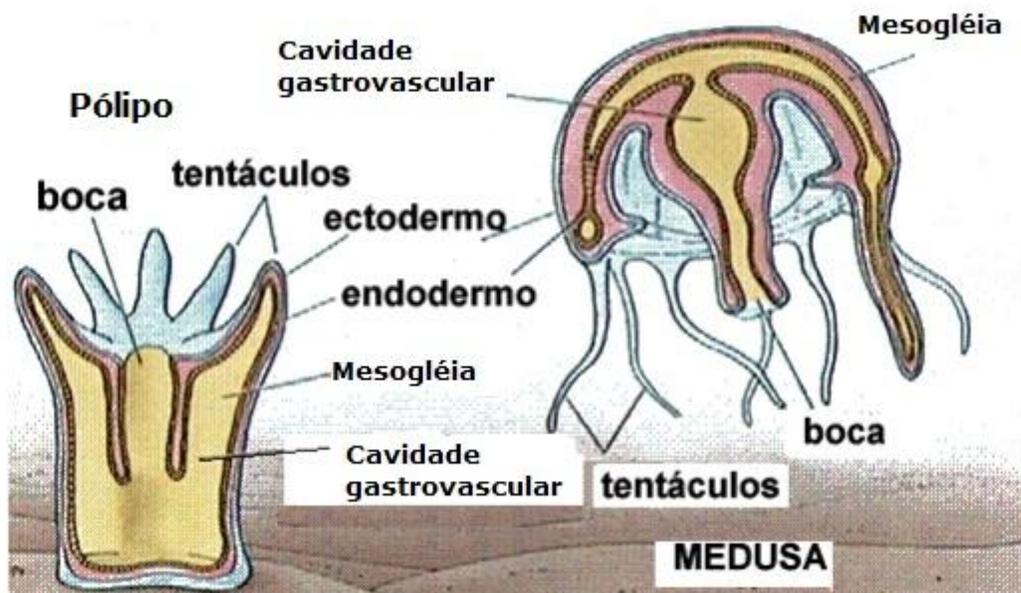
Fonte: [www.colegiosaofrancisco.com.br](http://www.colegiosaofrancisco.com.br)





Fonte: [www.colegiosaofrancisco.com.br](http://www.colegiosaofrancisco.com.br)

FIGURA 18. Estrutura de Pólipo e de Medusa dos Cnidários



Fonte: [www.infoescola.com](http://www.infoescola.com)

Os animais com simetria bilateral têm tendência para se movimentarem numa direção definida, tendo a evolução favorecido a localização de órgãos dos sentidos e centros nervosos na porção anterior do organismo. Esta acumulação de neurônios sensoriais e *interneurônios* na região da cabeça, *cefalização*, é já evidente na planária (Figura 19) que possui dois troncos nervosos que partem de um cérebro "rudimentar" (Figura 20). Este é composto por estruturas com grande concentração de neurônios designados por *gânglios nervosos* (cérebros), na extremidade anterior do corpo, e por *cordões nervosos* que se estendem para trás, ao longo do corpo.

Entre os invertebrados, os cordões nervosos são ventrais e maciços. Dos cordões e dos gânglios saem nervos para as diversas partes do corpo. Os platelmintos têm dois gânglios anteriores (visíveis nas fotos da Figura 19), dos quais partem nervos para a região cefálica e dois cordões nervosos separados, ligados por comissuras (Figura 20).

FIGURA 19. Planária

Sala de

Professor

SUGESTÃO DE ATIVIDADE INTERDISCIPLINAR



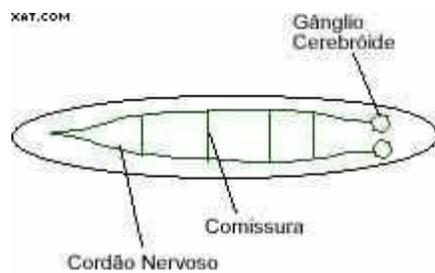
Fonte: [www.ficharionline.com/](http://www.ficharionline.com/)





Fonte: [zoinvertebrados.blogspot.com](http://zoinvertebrados.blogspot.com)

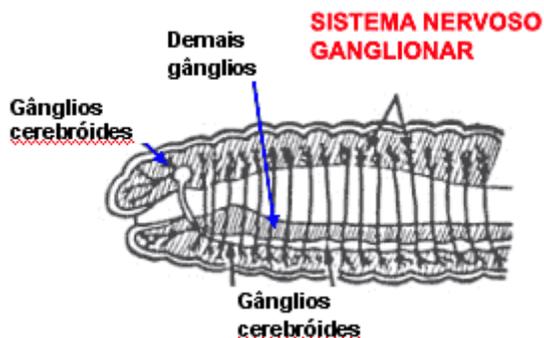
FIGURA 20. Estrutura do sistema nervoso da Planária.



Fonte: [www.ficharionline.com/](http://www.ficharionline.com/)

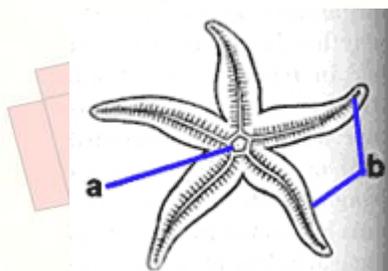
Em moluscos, anelídeos e artrópodos, os gânglios anteriores pares situam-se sobre e sub o esôfago e ligam-se por conectivos (Figura 21).

FIGURA 21. Sistema Nervoso ganglionar em Minhoca.



Fonte: [www.passeiweb.com](http://www.passeiweb.com)

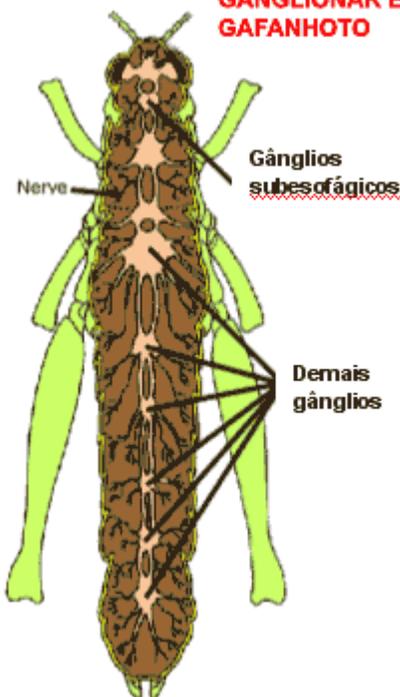
FIGURA 22. Sistema nervoso em estrela do mar.



Fonte: [www.passeiweb.com](http://www.passeiweb.com)

FIGURA 23. Sistema nervoso em gafanhoto.

### SISTEMA NERVOSO GANGLIONAR EM GAFANHOTO



Fonte: [www.passeiweb.com](http://www.passeiweb.com)

O sistema nervoso central dos vertebrados, em contraste com o da maioria dos invertebrados, encontra-se localizado na parte dorsal do corpo e quase sempre protegido por estruturas esqueléticas: crânio e coluna vertebral. Nas aves e mamíferos o desenvolvimento acentuado do cérebro e cerebelo origina uma curvatura ao longo dos diferentes vesículas. O sistema nervoso dos vertebrados encontra-se subdividido em regiões distintas, evidenciando três tendências evolutivas:

- um aumento progressivo do tamanho do cérebro que mantém uma certa proporção com o tamanho do corpo dos indivíduos nos peixes, anfíbios e répteis, mas aumenta extraordinariamente em relação ao peso do corpo nas aves e mamíferos. Um rato com 100 g de peso tem um cérebro muito maior que um lagarto com o mesmo peso. Este contudo, tem um cérebro muito próximo do peixe, com 100 g.
- um aumento dos compartimentos e de funções. As três divisões primitivas do cérebro mantêm-se, mas subdividem-se em áreas cada vez mais específicas e com funções próprias.
- aumento da complexidade e sofisticação do prosoencéfalo ou encéfalo anterior.

Como os anfíbios e os répteis fizeram a transição do ambiente aquático para o meio terrestre, a visão e o ouvido, funções localizadas no mesencéfalo ou seja encéfalo posterior e no prosencéfalo, tornaram-se cada vez mais importantes, tendo a seleção natural favorecido o aumento destas áreas. Para além disso, comportamentos mais complexos, acompanham o aumento de uma região do prosoencéfalo, o cérebro.

## ❖ ETAPA INTERDISCIPLINAR

### *Projeto – sala de experiências: senso-percepção*

Os alunos do 3º ano irão escolher algumas substâncias que serão apresentadas aos colegas convidados. Existem critérios nessa escolha e o professor deverá mediar as opções. Os alunos deverão escrever os motivos pelos quais escolheram as substâncias e a partir dessa escolha deverão levantar todos os dados pertinentes, como propriedades, reatividade, etc. de tais substâncias (com base nas aulas de Química).

Após isso deverão montar uma sala das experiências. O ambiente pode ser o mesmo usado para as aulas. Os alunos poderão convidar os colegas de outros anos. Nossa sugestão é que eles convidem para fazer parte desse processo os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II.

O segundo passo é convidar para que todos entrem na sala e a partir daí os alunos convidados a participar desse projeto terão seus olhos vendados e terão que adivinhar apenas com o olfato as substâncias escolhidas pelos participantes do projeto. Caso esses alunos não consigam adivinhar há a sugestão de que eles degustem a substância para tentar adivinhar; no caso de ainda não conseguirem, outros participantes podem auxiliar.

Essa estratégia é usada como aquecimento e abre portas para que os alunos do projeto expliquem aos participantes as idéias trabalhadas por eles na Psicologia (senso-percepção). Parte do que foi trabalhado nas aulas de química e de biologia pode estar exposto em cartazes elaborados pelos alunos e espalhados na classe, de modo a serem utilizados em pequenos seminários oferecidos aos participantes.

Ao final todos os alunos convidados preenchem uma avaliação da atividade. A gente sugere algo como “que nota você daria levando em consideração os seguintes critérios: organização, variabilidade das substâncias, se as substâncias estimularam suas percepções e se a atividade foi instigante”. Essa avaliação fará parte de 20% da avaliação geral.

## ❖ RESUMO DA ATIVIDADE

### *Uma passadinha rápida em todo o processo*

- A O vídeo é passado em uma das disciplinas, por exemplo, psicologia.
- B Cada disciplina desenvolve conteúdos relacionados ao documentário.
- C Os três professores organizam o trabalho interdisciplinar, começando com a seleção das substâncias que serão utilizadas na Sala de Experiências.
- D Os alunos montam uma sala de experiências.
- E Alunos participantes são chamados a vivenciar as experiências de senso-percepção.
- F Os alunos expõem aos participantes conteúdos selecionados previamente das aulas de psicologia, química e biologia
- G Ao final da atividade, os alunos participantes recebem uma ficha para anotarem as suas impressões sobre o trabalho.

### ❖ COMO VOCÊS AVALIARIAM ESSE TRABALHO?

*Hora de avaliar a atividade*

Os professores devem avaliar o envolvimento dos alunos em todo o processo, desde a apresentação do vídeo até a preparação e execução da atividade na Sala de Experiências. Cada professor pode dar uma nota de 0 a 10 e então tira-se uma média, correspondendo a 80% da avaliação final aferida a cada aluno. Os demais 20% da nota devem ser compostos com base nos dados coletados nas fichas de impressões preenchidas pelos alunos convidados a participar da sala das experiências.

### ❖ EM QUAL ANO OU ANOS DO ENSINO MÉDIO SERIA MELHOR APLICAR ESSE TRABALHO?

*Hora de avaliar a aplicabilidade da atividade*

Para as disciplinas de química e de biologia seria ideal que o trabalho fosse desenvolvido no terceiro ano do ensino médio, pois é nesta fase que o conteúdo de química orgânica e biologia é abordado com sua devida complexidade.



### SUGESTÕES DE LEITURAS

Livros e periódicos:

*Química Nova* v. 22 n. 2, 1999.

BOCK, A.M.B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M..L. *Psicologias: uma introdução ao estudo de Psicologia*. São Paulo: Saraiva, 1999, 12ª ed. 319 p.

Esse livro traz conteúdos básicos a serem trabalhados no Ensino Médio, o professor encontra nesta publicação bases para a discussão sobre os conceitos acima e também sobre as escolas da psicologia como, por exemplo: Behaviorismo, Psicanálise, Gestalt, etc.

DALGALARRONDO, P. *Psicopatologia e Semiologia dos Transtornos Mentais*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. 271 p.

Neste livro o professor encontra informações aprofundadas sobre a senso-percepção e também sobre as funções mentais. É um livro técnico, mas pode facilitar a apreensão de alguns conceitos destacados acima.

STORER, Tracy I. & USINGER, Robert L. *Zoologia geral*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2000.

Manual de zoologia para ensino superior, mas excelente fonte de consulta para os professores de Biologia do Ensino Médio.

Endereços na internet:

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1\\_Oceanos\\_e\\_clima/-Propriedades\\_da\\_gua\\_2oa.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Oceanos_e_clima/-Propriedades_da_gua_2oa.html)

<http://www.herbario.com.br/dataherb06/1112carotenoid.htm>

<HTTP://www.bbc.com.uk>

Outros documentários sugeridos.

*Vivendo na cidade, vivendo no limite.*

O documentário e a ficha que o acompanha fornecem subsídios para o estudo da estrutura do sistema nervoso humano.

*Sentidos humanos: audição.*

O documentário e a ficha que o acompanha fornecem subsídios para o estudo de órgãos dos sentidos, particularizando os da audição humana. Também discute a inclusão e o uso de Libras nas escolas.